

Flip tip type of light-emitting semiconductor device using group III nitride compound

Patent number: TW419836 (B)
Publication date: 2001-01-21
Inventor(s): UEMURA TOSHIYA [JP]; HORIUCHI SHIGEMI [JP]
Applicant(s): TOYODA GOSEI KK [JP]
Classification:
- international: H01L33/00; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00
- european: H01L33/40; H01L33/00B6B
Application number: TW19990107776 19990513
Priority number(s): JP19980150532 19980513; JP19980358549 19981217;
JP19990056357 19990304

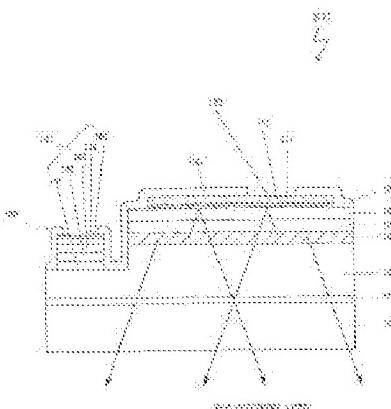
Also published as:

DE19921987 (A1)
DE19921987 (B4)

Abstract of TW 419836 (B)

A flip tip type of light-emitting semiconductor device using group III nitride compound comprising a thick positive electrode. The positive electrode, which is made of at least one of silver (Ag), rhodium (Rh), ruthenium (Ru), platinum (Pt) and palladium (Pd), and an alloy including at least one of these metals, is adjacent to a p-type semiconductor layer, and reflect light toward a sapphire substrate.

Accordingly, a positive electrode having a high reflectivity and a low contact resistance can be obtained. A first thin-film metal layer, which is made of cobalt (Co) and nickel (Ni), or any combinations of including at least one of these metals, formed between the p-type semiconductor layer and the thick electrode, can improve an adhesion between a contact layer and the thick positive electrode. A thickness of the first thin-film metal electrode should be preferably in the range of 2 <ANGSTROM> to 200 <ANGSTROM>, more preferably 5 <ANGSTROM> to 50 <ANGSTROM>. A second thin-film metal layer made of gold (Au) can further improve the adhesion.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

申請日期	88.5.13
案 號	88107776
類 別	Int. Cl ⁶ H01L 33/00 (以上各欄由本局填註)

A4

C4

419836

發明專利說明書

一、發明 新型 名稱	中 文	使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件
	英 文	FLIP TIP TYPE OF LIGHT-EMITTING SEMICONDUCTOR DEVICE USING GROUP III NITRIDE COMPOUND
二、發明 創作 人	姓 名	(1)上村俊也 (2)堀内茂美
	國 籍	日 本
	住、居所	(1)日本國愛知縣津島市兼平町2-10-405 (2)日本國愛知縣名古屋市中川區露橋1-28-3
三、申請人	姓 名 (名稱)	豐田合成股份有限公司 (豐田合成株式會社)
	國 籍	日 本
	住、居所 (事務所)	日本國愛知縣西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
代表人 姓 名	田中裕	

裝
訂
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

日 本 國 (地區) 申請專利，申請日期：1998-5-13 案號：10-150532, 有 無主張優先權
 1998-12-17 10-358549
 1999-3-4 11-056357

(請先閱讀)
之注意事項再填寫本頁各欄)

有關微生物已寄存於： , 寄存日期： , 寄存號碼：

四、中文發明摘要（發明之名稱： 使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢）

端型半導體發光元件

一種使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件其包含一厚正電極。正電極係由銀(Ag)，鎔(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)及鈀(Pd)中之至少一者及包含至少一種此等金屬之合金製成，正電極毗鄰P型半導體層及反射光朝向藍寶石基板。如此可獲得具有高度反射性及低接觸電阻之正電極。第一薄膜金屬層係由(Co)鈷及鎳(Ni)或包含其中至少一種金屬之任何一種組合製成，薄膜金屬層形成於P型半導體層及厚正電極間，可改良接觸層與厚正電極之黏合。第一薄膜金屬電極厚度較佳於2埃至200埃，更佳於5埃至50埃之範圍。金(Au)製成之第二薄膜金屬層可進一步改良黏合。

英文發明摘要（發明之名稱： FLIP TIP TYPE OF LIGHT-EMITTING SEMICONDUCTOR DEVICE USING GROUP III NITRIDE COMPOUND)

A flip tip type of light-emitting semiconductor device using group III nitride compound comprising a thick positive electrode. The positive electrode, which is made of at least one of silver (Ag), rhodium (Rh), ruthenium (Ru), platinum (Pt) and palladium (Pd), and an alloy including at least one of these metals,, is adjacent to a p-type semiconductor layer, and reflect light toward a sapphire substrate. Accordingly, a positive electrode having a high reflectivity and a low contact resistance can be obtained. A first thin-film metal layer, which is made of cobalt (Co) and nickel (Ni), or any combinations of including at least one of these metals, formed between the p-type semiconductor layer and the thick electrode, can improve an adhesion between a contact layer and the thick positive electrode. A thickness of the first thin-film metal electrode should be preferably in the range of .2 Å to 200 Å, more preferably 5 Å to 50 Å. A second thin-film metal layer made of gold (Au) can further improve the adhesion.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

五、發明說明（1）

發明背景

發明領域

本發明係關於一種交換梢端型半導體發光元件其包含使用第Ⅲ族氮化物形成於藍寶石基板上的多層。本發明特別係關於具有高發光強度及低驅動電壓之元件。

相關技術之說明

圖7顯示習知交換梢端型發光半導體400之剖面圖。101, 102, 103, 104, 105, 106, 120, 130及140分別表示藍寶石基板，AlN或GaN緩衝層，n型GaN層，發射層，P型AlGaN層，P型GaN層，正電極，保護膜，具有多層結構之負電極。連結至層106之厚正電極120為厚300埃且係由金屬如鎳(Ni)或鈷(Co)形成的金屬層。

習知為了有效反射發射層104發射之光朝向藍寶石基板101，使用厚金屬電極作為交換梢端型正電極120。

但發光強度成問題。習知元件中使用金屬如鎳(Ni)或鈷(Co)形成厚正電極120。結果波長於380毫微米至550毫微米範圍之可見光(紫、藍及綠)之反射性不足，元件無法獲得作為半導體發光元件之充分發光強度。因此如發明人了解需要進一步改良。

發明概述

本發明之目的係獲得具有高發光強度及低驅動電壓之一種半導體發光元件。

本發明之另一目的係獲得一種半導體發光元件其電極具有高反射性及高耐久性及其中電極結構簡化。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(2)

為了達成前述目的，本發明之第一態樣為一種交換梢端型半導體發光元件使用由第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層形成於基板上組成的第Ⅲ族氮化物系化合物半導體，及一正電極包括至少一層正電極層其係接觸P型半導體層且反射光朝向基板。正電極係由銀(Ag)，鎳(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)及包含至少一種金屬之合金製成。正電極厚度較佳於100埃至5微米之範圍。

本發明之第二態樣係形成一種多層結構其係由多種金屬於前述電極製成。當第一正電極層係形成於或高於亦即比較接近由銀(Ag)，鎳(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)及包含其中至少一種金屬之合金製成之P型半導體層時，可實現本發明之效果。幾乎全部底層包括第一正電極層其置於正電極下方1000埃範圍內，進一步較佳由前述金屬製成。

本發明之第三態樣係形成一種第一薄膜金屬層其係由鈷(Co)，鎳(Ni)及包含至少一種金屬之合金介於P型半導體層與第一正電極層間製成。

本發明之第四態樣係界定第一薄膜金屬層厚度於2埃至200埃之範圍。第一薄膜金屬層厚度較佳於5埃至50埃之範圍。

本發明之第五態樣係形成一種第二薄膜金屬層，其係由金(Au)及包含金(Au)之合金中之至少一種介於第一薄膜金屬層與第一正電極層製成。

本發明之第六態樣係界定第二薄膜金屬層厚度於10埃至500埃之範圍。第二薄膜金屬層厚度較佳為30埃至300埃之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（3）

範圍。

本發明之第七態樣係界定第一正電極層厚度為0.01微米至5微米之範圍。第一正電極層厚度較佳於0.05微米至1微米之範圍。

本發明之第八態樣係形成一種第二正電極層其係由金(Au)及含金(Au)之合金中之一者於第一正電極層上製成。

本發明之第九態樣係界定第二正電極層厚度於0.03微米至5微米之範圍。第二正電極層厚度較佳係於0.05微米至3微米及更佳係於0.5微米至2微米之範圍。

本發明之第十態樣係形成一種第三正電極層其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)及包含第一正電極層或第二正電極層中令至少一種金屬之合金製成。

本發明之第十一態樣係界定第三正電極金屬層厚度係於3埃至1000埃之範圍。第三正電極層厚度較佳係於3埃至1000埃，10埃至500埃及更佳係於15埃至100埃，5埃至500埃之範圍。

本發明之第十二態樣係形成第一正電極層其係由鎳(Rh)，釤(Ru)及包含至少一種金屬之合金於P型半導體層上製成。

本發明之第十三態樣為一種正電極具有一種多層結構包含如下三層：第一正電極層其係由鎳(Rh)，釤(Ru)及包含至少一種金屬之合金中之至少一者製成；第二正電極層其係由金(Au)及包含金(Au)之合金中之至少一者直接形成於第一正電極層上；及第三正電極層其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者直接形成於第二正電極層上製成。第一正電極層係直接連結至P型半導體層。

本發明之第十四態樣係界定第一、第二及第三正電極層之厚度分別係於0.02微米至2微米，0.2微米至3微米及10埃至500埃之範圍。

本發明之第十五態樣為一種交換梢端型半導體發光元件使用由第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層形成於基板上組成的第Ⅲ族氮化物系化合物半導體及一正電極，該正電極包括至少一層第一正電極層其係形成於或高於P型半導體層且反光朝向該基板。正電極具有三層結構其係由第一正電極層其係由鍺(Rh)，釔(Ru)及包含至少一種金屬之合金中之至少一者製成，一第二正電極層係由鈦(Ti)，鎳(Cr)及包括至少一種金屬之合金直接形成於第一正電極層上製成，及第三正電極層其係由金(Au)及包含金(Au)之合金直接於第二電極層上製成。

本發明之第十六態樣係形成第四正電極層，其係由鈦(Ti)，鎳(Cr)及包含至少一種金屬之合金中之至少一者製成，且係直接形成於第三正電極層上。

本發明之第十七態樣係形成絕緣保護膜其係由矽氧化物(SiO_2)，矽氮化物(Si_xN_y)，鈦化合物(Ti_xN_y 等)及聚醯胺中之至少一者直接形成於第三及第四正電極層上製成。

因銀(Ag)，鍺(Rh)，釔(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)各自對波長係於380毫微米至550毫微米之可見光(紫、藍及綠)具有

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（5）

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

高反射性 R ($0.6 < R < 1.0$)，故使用其中一種金屬或包含其中至少一種金屬之合金形成第一正電極層可改良性電極之反射性。如此本發明元件可獲得作為半導體發光元件之充分發光強度。

圖 6 說明一表顯示用於第一正電極層之金屬特性。該表之細節將於下列實例說明。圖 6 所示各種評估判定，證實五種金屬亦即鍺 (Rh)，鉑 (Pt)，釤 (Ru)，銀 (Ag) 及鈀 (Pd) 為形成第一正電極層之最佳金屬。

因五種金屬具有高工作函數，故介於 P 型半導體層與銀 (Ag)，鍺 (Rh)，釤 (Ru)，鉑 (Pt)，鈀 (Pd) 及包含其中至少一種金屬之合金間的接觸電阻上。換言之經由使用此等金屬可提供具有低驅動電壓之半導體發光元件。

由於此等金屬為貴金屬或鉑族金屬，故例如可改良對濕氣之防蝕性隨著老化而劣化，及經由使用此等金屬可提供高品質電極。

雖然鍺 (Rh) 之反射性略遜於銀 (Ag)，但其他特性具有比較其他金屬相同或更優異的性質。故鍺 (Rh) 證實為可形成第一正電極層之最佳金屬之一。

又釤 (Ru) 具有鍺 (Rh) 之類似或接近特性。故也證實為形成第一正電極層之最佳金屬之一。

經由形成第一薄膜金屬層，可改良介於第一正電極層與 P 型半導體層間之黏合，可提供具有更為耐久結構之發光半導體元件。第一薄膜金屬層厚度較佳係於 2 埃至 200 埃之範圍。當第一薄膜金屬層厚度小於 2 埃時，無法獲得牢固

五、發明說明(6)

黏合，而當大於200埃時，銀(Ag)，鎔(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)及包含其中至少一種金屬之合金其構成厚第一正電極層之光反射性變不足。

又經由形成第二薄膜金屬層，可改良第一正電極層與P型半導體層間之黏合，可提供具有更為進一步耐久結構之半導體發光元件。第二薄膜金屬層厚度較佳於10埃至500埃之範圍。當第二薄膜金屬層厚度小於10埃時無法獲得牢固黏合，而當大於500埃時，形成第一正電極層之銀(Ag)，鎔(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)及包含其中至少一種金屬之合金之光反射性變不足。

第一正電極層厚度係於0.01微米至5微米之範圍。當第一正電極層厚度小於0.01微米時，發射之光大半透射而無反射；而當大於5微米時形成所需時間過長對量產而言並不佳。

經由形成第二正電極層，可提供正電極而未增加厚正電極之電阻。為了防止當形成凸塊材料。金珠或接線時因加熱及冷卻造成不良影響，故正電極厚度較佳為超過0.1微米。因金(Au)為容易成形的材料且具有優異的防蝕性，且因對凸塊材料、金珠或接線具有強力黏合性，故較佳使用金(Au)或合金(Au)之合金來形成第二正電極層。

第二正電極層厚度較佳係於0.03微米至5微米之範圍。當第二正電極層厚度小於0.03微米時，無法獲得充分效果，而當大於5微米時形成電極所需時間過長。

當第二正電極層厚度大於5微米時，負電極厚度無必要

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

地變較厚俾便形成凸塊或金珠，如後文第三具體例之說明，此點並不佳。

經由形成第三正電極層其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)及包含至少一種金屬之合金中之至少一者製成，當絕緣層例如係由矽氧化物(SiO_2)、矽氮化物(Si_xNy)或聚醯胺介於正電極與負電極間製成且係形成於基板之對側時，絕緣層可避免由正電極撕離。如此第三正電極層可防止形成凸塊時凸塊材料短路。第三正電極層厚度較佳係於3埃至1000埃之範圍。當第三正電極層厚度小於3埃時，無法獲得牢固黏合至絕緣層；而當大於1000埃時，無法獲得牢固黏合至連接材料如凸塊材料或金珠，此點並不佳。

因具有前述多層結構之正電極具有高反射性及對水氣之高度耐久性，故保護層可部分簡化。結果可未使用接線將正電極連結至外部電極。

圖式之簡單說明

其他本發明之目的、特點及特性經由考慮後文說明及隨附之申請專利範圍參照附圖將顯然易明，全部其構成本說明書之一部分，及其中參考編號表示各圖中之對應部件，附圖中：

圖1為根據本發明之第一具體例之交換梢端型半導體發光元件100之剖面圖；

圖2為根據本發明之第二具體例之交換梢端型半導體發光元件200之剖面圖；

圖3為一表比較根據本發明之第二具體例之各交換梢端

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

型半導體發光元件 100,200 及 400 之性能；

圖 4 為根據本發明之第三具體例之交換梢端型半導體發光元件 300 之剖面圖；

圖 5A 為一表，比較根據本發明之第三具體例之半導體發光元件 300 與先前技術之半導體發光元件 400 之發光強度；

圖 5B 為一表，比較根據本發明之第四具體例之半導體發光元件 500 與先前技術之半導體發光元件 400 之發光強度之老化變化；

圖 6 為一表顯示根據本發明之第三具體例用於第一正電極之金屬特性；

圖 7 為先前技術之半導體發光元件 400 之剖面圖；

圖 8 為本發明之半導體發光元件 150 之剖面圖；

圖 9 為根據圖 4 所示半導體發光元件 300 所示之具體例之半導體發光元件 500 之平面圖；及

圖 10 為根據本發明之第五具體例之交換梢端型半導體發光元件 600 之剖面圖。

較佳具體例之詳細說明

後文將參照特定具體例說明本發明。

(第一具體例)

圖 1 示例說明交換梢端型半導體發光元件 100 之剖面圖。半導體元件 100 具有藍寶石基板 101 其具有由厚度 200 埃之氮化鋁 (AlN) 製成之緩衝層 102，及厚 4.0 微米具有高載子濃度之 n^+ 層 103 循序形成於其上。

由 GaN 及 $Ga_{0.8}In_{0.2}N$ 製成的多量子阱 (MQW) 結構組成的發光層 104 係於 n^+ 層 103 上形成。由厚 600 埃之 $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$ 製成的鎂摻雜 P 層 105 係形成於發光層 104 上。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂
線

五、發明說明 (9)

。又厚 1500 埃製成之鎂攜雜 P 層 106 係形成於 P 層 105 上。

第一薄膜金屬層 111 係由金屬沈積於 P 層 106 上形成，及負電極 140 係形成於 n^+ 層 103 上。第一薄膜金屬層 111 係由厚的 10 埃之鈷 (Co) 及鎳 (Ni) 中之至少一者製成且係毗鄰 P 層 106。正電極 (第一正電極層) 120 係由銀 (Ag)，鎢 (Rh)，釤 (Ru)，鉑 (Pt)，鈀 (Pd) 及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成，厚度為約 3000 埃。

具有多層結構之負電極 140 係形成於具有高載子濃度之 n^+ 層 103 之暴露部分上。多層結構包含下列五層：厚約 175 埃之鉻 (V) 層 141；厚約 1000 埃之鋁 (Al) 層 142；厚約 500 埃之鉻 (V) 層 143；厚約 5000 埃之鎳 (Ni) 層 144；及厚約 8000 埃之金 (Au) 層 145。二氧化矽製成之保護膜 130 形成於頂面上。

如前述，當正電極 120 係由銀 (Ag)，鎢 (Rh)，釤 (Ru)，鉑 (Pt)，鈀 (Pd) 及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成時，發光強度比較先前技術之半導體發光元件 400 改良約 10% 至 50%，顯示於圖 3 之第 1 項及第 2 項。

(第二具體例)

圖 2 顯示本發明之交換梢端型半導體發光元件 200 之剖面圖。半導體元件 200 與第一具體例所述元件 100 之差異僅在於形成第二薄膜金屬層 112 於第一薄膜金屬層 111 上。第二薄膜金屬層 112 係由金製成厚度為約 150 埃，其係經由於第一薄膜金屬層 111 形成後已形成厚約 10 埃之鈷 (Co) 或鎳 (Ni) 製成的第一薄膜金屬層 111 之相同方式藉金屬沈積形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 (10)

形成此第二薄膜金屬層 112 介於第一薄膜金屬層 111 與正電極 (第一正電極層) 120 間之致使正電極 120 更為牢固結合至層 106。

圖 3 顯示一表比較各交換梢端型半導體發光元件 100, 150, 200 及 400 之性能。圖 3 之表顯示圖 8 所示 (3 或 3.1 項) 之交換梢端型半導體發光元件之性能，該元件包含由銀 (Ag) 及銠 (Rh) 中之至少一者製成之正電極 120，直接接觸 P 層 106 而不含第一具體例之第一薄膜層 111。

如此表所示，本發明之半導體發光元件 100 或 200 之發光強度比較先前技術之半導體發光元件 400 改良約 10% 至 50%，顯示於圖 3 之第 1 及 2 項，前述元件具有由包含銀 (Ag)，銠 (Rh)，釤 (Ru)，鉑 (Pt)，鈀 (Pd) 及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成的金屬層。

進一步參照第 1 及 2 項所示半導體發光元件 400，因正電極 120 本身係由鈷 (Co) 或鎳 (Ni) 製成故未形成第一薄膜金屬層，如此可確保正電極 120 與層 106 間之充分黏合。圖 3 第 1 及 2 項所示半導體發光元件 400 含有由鈷 (Co) 或鎳 (Ni) 製成的正電極 120，因組成正電極 120 之金屬元件之反射性低故具有低相對發光強度。如此圖 3 所示相對發光強度的優劣並非源自於第一薄膜金屬層 111 的存在。

相反地，當正電極 120 係由銀 (Ag)，銠 (Rh)，釤 (Ru)，鉑 (Pt)，鈀 (Pd) 及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一種製成時，於不存在有第一或第二薄膜金屬層 111 或 112 之例可獲得較高發光強度，如比較圖 3 中項目編號 3 與項目

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (11)

編號 4 及 8 可知。發光強度顯示卓越值，但正電極 120 與層 106 間之黏合性較差至某種程度。原因為不存在有可吸光的第一及第二薄膜金屬層 111 及 112 故。

特別如圖 8 所示，當厚約 3000 埃之鎔 (Rh) 製成的正電極層 120 係直接形成於半導體發光元件 150 之 P 型 GaN 層 106 上而未形成第一或第二薄膜金屬層時，其特徵顯示於圖 3 之項目編號 3.1，半導體發光元件 150 如第 8 項所示具有約略等於半導體發光元件 200 之發光強度。又可獲得均勻或甚至更牢固的黏合至 GaN 層 106。原因為半導體發光元件 150 之鎔 (Rh) 具有高反射性及鎔 (Rh) 牢固黏合至 GaN 層 106 所致。如此 3.1 項所示半導體發光元件 150 於此等方面係由於圖 3 第 5 項所示之半導體發光元件 100。

簡言之，製造圖 3 之 3.1 項所示半導體發光元件 150 表示可獲得具有足夠發光強度及黏著性條件之半導體發光元件，原因為鎔 (Rh) 之特徵而未形成第一或第二薄膜金屬層。如此因半導體發光元件 150 無需形成第一或第二薄膜金屬層的過程故可實現充分量產的產能。

具體例中，圖 1、2 及 8 所示正電極 120 之厚度為約 3000 埃。另外電極 120 之厚度可於 100 埃至 5 微米之範圍。當正電極 120 之厚度小於 100 埃時光反射性變不足。當厚度大於 5 微米時需要沈積過長時間及過多材料，表示該種厚度就製造成本效能看來為無用。

具體例中，第一薄膜金屬層 111 厚度約 10 埃。另外第一薄膜金屬層 111 之厚度係於 2 埃至 200 埃之範圍。第一薄膜

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂

線

五、發明說明(12)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

金屬層 111 之厚度更佳係於 5 埃至 50 埃之範圍。當第一薄膜金屬層 111 之厚度過小時，正電極 120 結合至 GaN 層 106 之作用微弱；而當厚度過大時其中出現光吸收而發光強度下降。

具體例中，第二薄膜金屬層 112 之厚度為約 150 埃。另外第二薄膜金屬層 112 之厚度為 10 埃至 500 埃之範圍。第二薄膜金屬層 12 之厚度更佳為 30 埃至 300 埃之範圍。當第二薄膜金屬層 112 之厚度過小時，正電極 120 與第一薄膜金屬層 111 之結合脆弱；而當過大時發生光吸收而發光強度降低。

具體例中，正電極 120 為單層結構。另外正電極 120 可具有多層結構。正電極厚 1.4 微米之形成方式可經由沈積例如約 5000 埃銀(Ag)，約 800 埃鎳(Ni)及 8000 埃金(Au)，循序沈積於 GaN 層 106，第一薄膜金屬層 111 或第二薄膜金屬層 112 上製成。經由正電極具有此種多層結構可獲得具有夠高反射性及發光強度之半導體發光元件。

(第三具體例)

圖 4 示例說明交換梢端型半導體發光元件 300 之剖面圖。半導體發光元件 300 具有藍寶石基板 101，其上有一層厚 200 埃之氮化鋁(AlN)製成之緩衝層 102 及厚 4.0 微米，及具有高載子濃度之 n⁺層 103 循序沈積於其上。

由 GaN 及 Ga_{0.8}In_{0.2}N 製成之具有多量子阱(MQW)結構之發光層 104 係形成於 n⁺層 103 上。厚 600 埃之 Al_{0.15}Ga_{0.85}N 製成之鎂攪雜 P 層 105 係形成於發光層 104 上。又厚 1500 埃之 GaN 製成之鎂攪雜 P 層 106 係形成於 P 層 105 上。

正電極 120 (後文也稱作多重正電極 120) 係經由於 P 層 106

五、發明說明 (13)

及負電極 140 上之金屬沈積物形成於 n⁺ 層 103 上方製成。

多重正電極 120 係由三層結構製成，具有第一正電極層 121 其係毗鄰 P 層 106，第二正電極層 122 係形成於第一正電極層 121 上，及第三正電極層 123 係形成於第二正電極層 122 上。

第一正電極層 121 為毗鄰 P 層 106 之金屬層，其係由鎳 (Rh) 製成及厚度為約 0.1 微米。第二正電極層 122 為金 (Au) 製成之金屬層，厚度為約 1.2 微米。第三正電極層 123 為鈦 (Ti) 製成之金屬層，厚度為約 20 埃。

具有多層結構之負電極 140 係形成於高載子濃度之 n⁺ 層 103 之暴露部上。多層結構包含如下五層：厚約 175 埃之釩 (V) 層 141；厚約 1000 埃之鋁 (Al) 層 142；厚約 500 埃之釩 (V) 層 143；厚約 5000 埃之鎳 (Ni) 層 144；及厚約 8000 埃之金 (Au) 層 145。

二氧化矽膜製成之保護層 130 係形成於多層正電極 120 與負電極 140 間。保護層 130 遮蓋部分暴露而形成負電極 140 之 n⁺ 層 103，發光層 104、P 層 105 及 P 層 106 藉蝕刻暴露出的邊，部分 P 層的上表面，第一正電極層 121、第二正電極層 122 及第三正電極層 123 之邊，及部分第三正電極層 123 之上表面。遮蓋部分第三正電極層 123 之上表面之保護層 130 厚度為 0.5 微米。

圖 5A 顯示一表比較前述半導體發光元件 300 與先前技術半導體發光元件 400 之發光強度。如圖 5A 所示，本發明比較先前技術可改良發光強度大約 30 至 40%。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂

線

五、發明說明 (14)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

由於交換樁端型半導體發光元件 300 結構允許其本身具有高發光強度及耐久性，故可於相當大面積刪除保護層 130，正及負電極二者可使用較寬面積連接至外部電極。經由藉焊接形成凸塊或形成金屬珠直接於正及負電極上，半導體發光元件 300 被顛倒且直接連結電路板。

又半導體發光元件 300 也可藉接線連結外部電極。

第三具體例中，多層正電極 120 厚約 1.3 微米。另外多層正電極 120 厚度為 0.11 微米至 10 微米之範圍。當多層正電極 120 之厚度小於 0.11 微米時，光反射性變不足，而無法獲得牢固黏合至連結材料如凸塊、金珠等。而當多層正電極 120 厚度大於 10 微米時，沈積所需時間過長及材料過多，表示考慮製造成本效能而言該種厚度無用。

第三具體例中，第一正電極層 121 之厚度約 0.1 微米。另外第一正電極層 121 之厚度係於 0.01 微米至 5 微米之範圍。第一正電極層 121 之厚度更佳係於 0.05 微米至 1 微米之範圍。當第一正電極層 121 厚度過小時光反射性變不足，而當厚度過大時需要沈積過長時間及過多材料，表示考量製造成本效能而言該等厚度無用。

第三具體例中，第二正電極層 122 之厚度為約 1.2 微米。另外第二正電極層 122 之厚度係於 0.03 微米至 5 微米之範圍。第二正電極層 122 之厚度較佳係為 0.1 微米至 5 微米之範圍，更佳 0.2 微米至 3 微米及又更佳 0.5 微米至 2 微米之範圍。當第二正電極層 122 之厚度過小時，無法獲得牢固黏合至連結材料如凸塊、金珠等。而當厚度過大時，需要過長

五、發明說明 (15)

沈積時間及過多沈積材料，表示考慮製造成本效能而言該種厚度對第二正電極層 122 及負電極 140 並不佳。

第三具體例中，第三正電極層 123 厚度約 20 埃。另外第三正電極層 123 之厚度係於 3 埃至 1000 埃之範圍。第三正電極層 123 之厚度較佳係於 5 埃至 1000 埃之範圍，更佳 10 埃至 500 埃及又更佳 15 埃至 100 埃之範圍。當第三正電極層 123 之厚度過小時，對保護層 130 之黏著性弱化，而當厚度過大時，電阻係數變過高。

第三具體例中，第三正電極層 123 係由鈦 (Ti) 製成。另外第三正電極層 123 係由鈦 (Ti) 或鉻 (Cr) 或包含其中至少一者金屬之合金製成。

圖 6 示例說明一表顯示用於第一正電極層 121 之金屬特性。各評估項目 ① 至 ⑥ 如後：

- ① 反射性：當某種量之光線係由發光層 104 發射時，波長於 380 毫微米至 550 毫微米範圍之可見光（紫、藍及綠）之反射程度；
- ② 接觸電阻（驅動電壓）：與 GaN 層之接觸電阻關聯的半導體發光元件之驅動電壓程度；
- ③ 對 GaN 層之黏合性：藉預定耐久性試驗檢驗得之故障產生頻率；
- ④ 防蝕性：由各金屬之特性評估；
- ⑤ 形成銀後之特徵穩定性：藉由形成金 (Au) 製成之第二正電極層 122 於半導體發光元件 300 上隨著時間的經過驅動電壓的增高及可見光反射性降低評估；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

⑥總體評估(量產)：基於前述項目①至⑤之總體評估考慮本發明之半導體發光元件之量產。

特別就交換梢端型半導體發光元件而言，為了量產半導體發光元件，第①及②項之評估需比良好(O)更佳。如此圖6所示表顯示本元件之用途。

雖然鉭(Rh)有關反射性(第①項)略遜於銀(Ag)，但比較其他金屬就②至⑤而言具有相等或更優異特性。鉭(Rh)證實為形成正電極及第一正電極層之一的最佳金屬之一。

又釤(Ru)具有類似或接近鉭(Rh)之特性。故也證實為形成正電極及第一正電極層之一的最佳金屬之一。

(第四具體例)

圖9顯示半導體發光元件500之平面圖，此乃本發明之圖4所示之半導體發光元件300之具體例。因半導體發光元件500之構造幾乎同半導體發光元件300，故各層具有與圖4各層相同的編號且使用相同金屬。

然後測量半導體發光元件500之發光強度之老化變化情形。圖5B顯示一表比較半導體發光元件500與先前技術之半導體發光元件400之發光強度之老化變化。如圖5B所示，就發光強度而言，本發明經100小時後保有95%初值及經1000小時後保有90%初值，而半導體發光元件400於100小時後僅保有90%初值及1000小時後僅保有85%初值。如此本發明比較先前技術之半導體發光元件400可改良耐久性。

因交換梢端型半導體發光元件500之結構允許本身具有高發光強度及耐久性，故可刪除相當面積之保護層130，

五、發明說明 (17)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂
線

正及負電極可使用較寬廣面積來連接外部電極。如圖9所示，負電極及正電極分別占有半導體發光元件500之上方面積之10%以上及40%以上。結果與外部電極之連接無法限於接線。另外，電極可經由藉焊料形成之凸塊或金珠直接形成於正及負電極上連結至外部電極，或者半導體發光元件500顛倒可直接連結電路板。

第四具體例中，多層正電極120之厚度為約1.5微米。另外多層正電極120之厚度係於0.11微米至10微米之範圍。當多層正電極120厚度小於0.11微米時，光反射性變不足，而無法獲得牢固黏合至連結材料如凸塊、金珠等。而當多層正電極120厚度大於10微米時，需要過長沈積時間及過長沈積材料，表示此等厚度就製造成本效能而言無用。

第四具體例中，第一正電極層121具有厚度約0.3微米。另外第一正電極層121之厚度係於0.01微米至5微米之範圍。第一正電極層121之厚度更佳係於0.05微米至1微米之範圍。當第一正電極層121之厚度過小時光反射性變不足，而當過大時需要過長時間及過多沈積材料，如此表示該等厚度就製造成本效能考量為無用。

第四具體例中，第二正電極層122具有厚度約1.2微米。另外，第二正電極層122之厚度係於0.03微米至5微米之範圍。第二正電極層122之厚度較佳係於0.05微米至3微米，0.1微米至5微米及更佳0.2微米至3微米及又更佳0.5微米至2微米之範圍。當第二正電極層122之厚度過小時，無法獲得牢固黏合至連結材料如凸塊、金珠等。而當厚度過大時

五、發明說明 (18)

，需要過長沈積時間及過大沈積材料，表示就製造成本效能考量而言該厚度對第二正電極層122及負電極140並不佳。

第四具體例中，第三正電極層123具有厚度約20埃。另外，第三金屬層112之厚度係於3埃至1000埃之範圍。第三正電極層123之厚度較佳係於5埃至1000埃更佳10埃至500埃及又更佳於15埃至100埃之範圍。當第三正電極層123之厚度過小時，對保護層130之黏著性微弱，而當厚度過大時電阻係數變過高。

第四具體例中，第三正電極層123係由鈦(Ti)製成。另外第三正電極層123係由鉻(Cr)製成。

(第五具體例)

圖10示例說明交換梢端型半導體發光元件600之剖面圖。半導體發光元件600具有藍寶石基板101其上有一層厚200埃之氮化鋁(AlN)製成之緩衝層102及厚4.0微米及具有高載子濃度之n⁺層103循序沈積於其上。

由GaN及Ga_{0.8}In_{0.2}N製成之具有多量子阱(MQW)結構之發光層104係形成於n⁺層103上。厚600埃之Al_{0.15}Ga_{0.85}N製成之鎂攪雜P層105係形成於發光層104上。又厚1500埃之GaN製成之鎂攪雜P層106係形成於P層105上。

正電極120(後文也稱作多重正電極120)係經由於P層106及負電極140上之金屬沈積物形成於n⁺層103上方製成。多重正電極120係由三層結構製成，具有第一正電極層121其係毗鄰P層106，第二正電極層122係形成於第一正電極層121上，及第三正電極層123係形成於第二正電極層122

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

上。

第一正電極層 121 為毗鄰 P 層 106 之金屬層，其係由鍶 (Rh) 製成及厚度為約 3000 埃。第二正電極層 122 為鈦 (Ti) 製成之金屬層，厚度為約 100 埃。第三正電極層 123 為金 (Au) 製成之金屬層，厚度為約 500 埃。

具有多層結構之負電極 140 係形成於高載子濃度之 n^+ 層 103 之暴露部上。多層結構包含如下五層：厚約 175 埃之釩 (V) 層 141；厚約 1000 埃之鋁 (Al) 層 142；厚約 500 埃之釩 (V) 層 143；厚約 5000 埃之鎳 (Ni) 層 144；及厚約 8000 埃之金 (Au) 層 145。

二氧化矽膜製成之保護層 130 係形成於多層正電極 120 與負電極 140 間。保護層 130 遮蓋部分暴露而形成負電極 140 之 n^+ 層 103，發光層 104、P 層 105 及 P 層 106 藉蝕刻暴露的邊，部分 P 層的上表面，第一正電極層 121、第二正電極層 122 及第三正電極層 123 之邊，及部分第三正電極層 123 之上表面。遮蓋部分第三正電極層 123 之上表面之保護層 130 厚度為 0.5 微米。

本發明比較先前技術可改良發光效率達約 30-40%。

由於交換梢端型半導體發光元件 600 結構允許其本身具有高發光強度及耐久性，故可於相當大面積刪除保護層 130，正及負電極二者可使用較寬面積連接至外部電極。經由藉焊接形成凸塊或形成金屬珠直接於正及負電極上，半導體發光元件 600 被顛倒且直接連結電路板。

又半導體發光元件 600 也可藉接線連結外部電極。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (20)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

第五具體例中，多層正電極 120 厚約 0.36 微米。另外多層正電極 120 厚度為 0.11 微米至 10 微米之範圍。當多層正電極 120 之厚度小於 0.11 微米時，光反射性變不足，而無法獲得牢固黏合至連結材料如凸塊、金珠等。而當多層正電極 120 厚度大於 10 微米時，沈積所需時間過長及材料過多，表示考慮製造成本效能而言該種厚度無用。

第五具體例中，第一正電極層 121 之厚度約 3000 埃。另外第一正電極層 121 之厚度係於 0.01 微米至 5 微米之範圍。第一正電極層 121 之厚度更佳係於 0.05 微米至 1 微米之範圍。當第一正電極層 121 厚度過小時光反射性變不足，而當厚度過大時需要沈積過長時間及過多材料；表示考量製造成本效能而言該等厚度無用。

第五具體例中，第二正電極層 122 之厚度為約 100 埃。另外第二正電極層 122 之厚度係於 3 埃至 1000 埃之範圍。第二正電極層 122 之厚度較佳係為 5 埃至 1000 埃之範圍，更佳 5 埃至 500 埃及又更佳 15 埃至 100 埃之範圍。當第二正電極層 122 之厚度過小時，無法獲得牢固黏合至連接材料如凸塊、金珠等。而當厚度過大時，需要過長沈積時間及過多沈積材料，表示考慮製造成本效能而言該種厚度對第二正電極層 122 及負電極 140 並不佳。

第五具體例中，第三正電極層 123 厚度約 500 埃。另外第三正電極層 123 之厚度係於 0.03 微米至 5 微米之範圍。第三正電極層 123 之厚度較佳係於 0.05 微米至 3 微米、0.1 微米至 5 微米之範圍，更佳 0.2 微米至 3 微米及又更佳 0.5 微米至 2 微

五、發明說明 (21)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

米之範圍。當第三正電極層123之厚度過小時，對保護層130之黏著性弱化，而當厚度過大時，電阻係數變過高。

第五具體例中，第三正電極層123係由金(Au)製成。另外由鈦(Ti)、鉻(Cr)及包含其中至少一種金屬之合金之一製成的第四正電極層124可形成於第三正電極層123上且具有第三具體例之第三正電極層寬度。

參照第一至第五具體例各層電極之結構，半導體發光元件之各層之物理及化學組成係顯示沈積瞬間的組成。無庸待言，固體溶體或化學化合物係藉物理或化學處理例如加熱處理形成於各層間而獲得較為牢固的黏合或降低接觸電阻。

第一至第五具體例中，發光層104具有MQW(多量子阱)結構。另外發光層104可具有SQW(單一量小阱)結構或同質合子結構。又本發明之半導體發光元件之第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層(包括緩衝層)可由四元、三元及二元層化合物 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)之一。

另外金屬氮化物如氮化鈦(TiN)，氮化鎗(GaN)或金屬氧化物如氧化鋅(ZnO)，氧化鎂(MgO)，氧化錳(MnO)可用於形成緩衝層。

具體例中鎂(Mg)用作P型雜質。另外可使用第Ⅱ族元素如鍶(Be)或鋅(Zn)。又為了降低攪雜前述P型雜質之P型半導體層之電阻係數，可執行激勵處理例如照射電子射線或退火處理。

具體例中，高載子強度之n⁺層103係由矽(Si)攪雜氮化

五、發明說明 (22)

鎵 (GaN) 製成。另外，此等 n 型半導體盡可經由以第 IV 族元素如矽 (Si) 或鍺 (Ge) 或第 VI 族元素攜雜前述第 III 族氮化物系化合物半導體形成。

具體例中，使用藍寶石作為基板。另外可使用碳化矽 (SiC)，氧化鋅 (ZnO)，氧化鎂 (MgO) 或氧化錳 (MnO) 形成基板。

雖然已經就目前視為最實際且最佳具體例說明本發明，但需了解本發明非僅限於所揭示之具體例，相反地意圖涵蓋涵括於隨附之申請專利範圍之精髓及範圍內之多種修改及相當配置。

元件編號之說明

100 半導體發光元件

101 藍寶石基板

102 緩衝層

103 n⁺ 層

104 發光層

105 P 層

106 P 層

111 第一薄膜金屬層

112 第二薄膜金屬層

120 正電極

121 第一正電極

122 第二正電極

123 第三正電極

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (23)

130 保 護 膜

140 負 電 極

141 銀 層

142 鋁 層

143 銀 層

144 鍍 層

145 金 層

150,200,400,500,600 半導體發光元件

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，包含：

一基板；

第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層，形成於該基板上；及一正電極，包含至少一層第一正電極層其係形成於或高於P型半導體層上且反射光線朝向基板，該第一正電極層係由銀(Ag)，銠(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)及包括其中至少一種金屬之合金中之至少一種製成。

2. 如申請專利範圍第1項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該正電極具有由多種金屬製成之多層結構。

3. 如申請專利範圍第1項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含第一薄膜金屬層，其係由鈷(Co)，鎳(Ni)及包括其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成，且係形成於P型半導體層與第一正電極層間。

4. 如申請專利範圍第2項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含第一薄膜金屬層，其係由鈷(Co)，鎳(Ni)及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成，且係形成於P型半導體層與第一正電極層間。

5. 如申請專利範圍第3項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第一薄膜金屬層之厚度係於2埃至200埃之範圍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

- 6.如申請專利範圍第4項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第一薄膜金屬層之厚度係於2埃至200埃之範圍。
- 7.如申請專利範圍第3項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含一第二薄膜金屬層，其係由金(Au)及含金(Au)之合金中之至少一者製成且係形成於第一薄膜金屬層與第一正電極層間。
- 8.如申請專利範圍第4項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包括一第二薄膜金屬層，其係由金(Au)及含金(Au)之合金中之至少一者製成且係形成於第一薄膜金屬層與第一正電極層間。
- 9.如申請專利範圍第7項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第二薄膜金屬層之厚度係於10埃至500埃之範圍。
- 10.如申請專利範圍第8項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第二薄膜金屬層之厚度係於10埃至500埃之範圍。
- 11.如申請專利範圍第1項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第一正電極層之厚度係於0.01微米至5微米之範圍。
- 12.如申請專利範圍第1項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該正電極進一步包含一第二正電極層，其係由金(Au)及含金(Au)之合金中之至少一者製成，且係形成於第一正電極層上。

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

13.如申請專利範圍第 12 項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第二正電極層厚度係於 0.03 微米至 5 微米之範圍。

14.如申請專利範圍第 1 項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該正電極進一步包括一第三正電極層，其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)及包含至少一種此等金屬中之至少一者製成，且形成於第一正電極層上。

15.如申請專利範圍第 12 項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該正電極進一步包括一第三正電極層，其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)及包含至少一種此等金屬中之至少一者製成，且形成於第二正電極層上。

16.如申請專利範圍第 15 項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第三正電極層之厚度係於 3 埃至 1000 埃之範圍。

17.一種使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，包含：

一基板；

第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層，形成於基板上；及
一正電極層，其係形成於或高於 P 型半導體層且反射光線朝向基板，其中該正電極具有一種三層構造包含：

一第一正電極層，其係由銠(Rd)，釤(Ru)及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成；

一第二正電極層，其係由金(Au)及含金(Au)之合金製成，且係直接形成於第一正電極層上；及

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

一 第三正電極層，其係由鈦(Ti)、鉻(Cr)及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者直接形成於第二正電極層上。

18.如申請專利範圍第17項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第一、第二、及第三正電極層厚度分別係於0.02微米至2微米，0.05微米至3微米及5埃至500埃之範圍。

19.如申請專利範圍第17項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含第一薄膜金屬層，其係由鈷(Co)，鎳(Ni)及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成，且係形成於P型半導體層與第一正電極層間。

20.如申請專利範圍第19項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含一第二薄膜金屬層，其係由金(Au)及含金(Au)之合金中之至少一者製成，且係形成於第一薄膜金屬層與第一正電極層間。

21.如申請專利範圍第17項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含一絕緣保護膜，其係由二氧化矽(SiO_2)，氮化矽(Si_xN_y)，鈦化合物(Ti_xN_y 等)及聚醯胺中之至少一者製成，且係直接形成於第三正電極層上。

22.一種使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，包含：

一 基板：

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層，形成於基板上；及一正電極層，其係形成於或高於P型半導體層且反射光線朝向基板，其中該正電極具有一種三層構造包含：

一第一正電極層其係由銻(Rd)，釤(Ru)及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成；

一第二正電極層，其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)及含至少一種鈦(Ti)及鉻(Cr)之合金中之一者製成且係直接形成於第一正電極層上；及

一第三正電極層，其係由金(Au)及含金(Au)之合金製成且係直接形成於第二正電極層上。

23.如申請專利範圍第22項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第一、第二、及第三正電極層厚度分別係於0.02微米至2微米，5埃至500埃及0.05微米至3微米之範圍。

24.如申請專利範圍第22項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含一絕緣保護膜，其係由二氧化矽(SiO_2)，氮化矽(Si_xN_y)，鈦化合物(Ti_xN_y 等)及聚醯胺中之至少一者製成，且係直接形成於第三正電極上。

25.如申請專利範圍第22項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含一第四正電極層，其係由鈦(Ti)，鉻(Cr)及含至少一種金屬之合金中之至少一者直接形成於第三正電極層上。

26.如申請專利範圍第25項之使用第Ⅲ族氮化物系化合

六、申請專利範圍

物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含一絕緣保護膜，其係由二氧化矽(SiO_2)，氮化矽(Si_xN_y)，鈦化合物(Ti_xN_y 等)及聚醯胺中之至少一者製成，且係直接形成於第四正電極上。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

圖 1

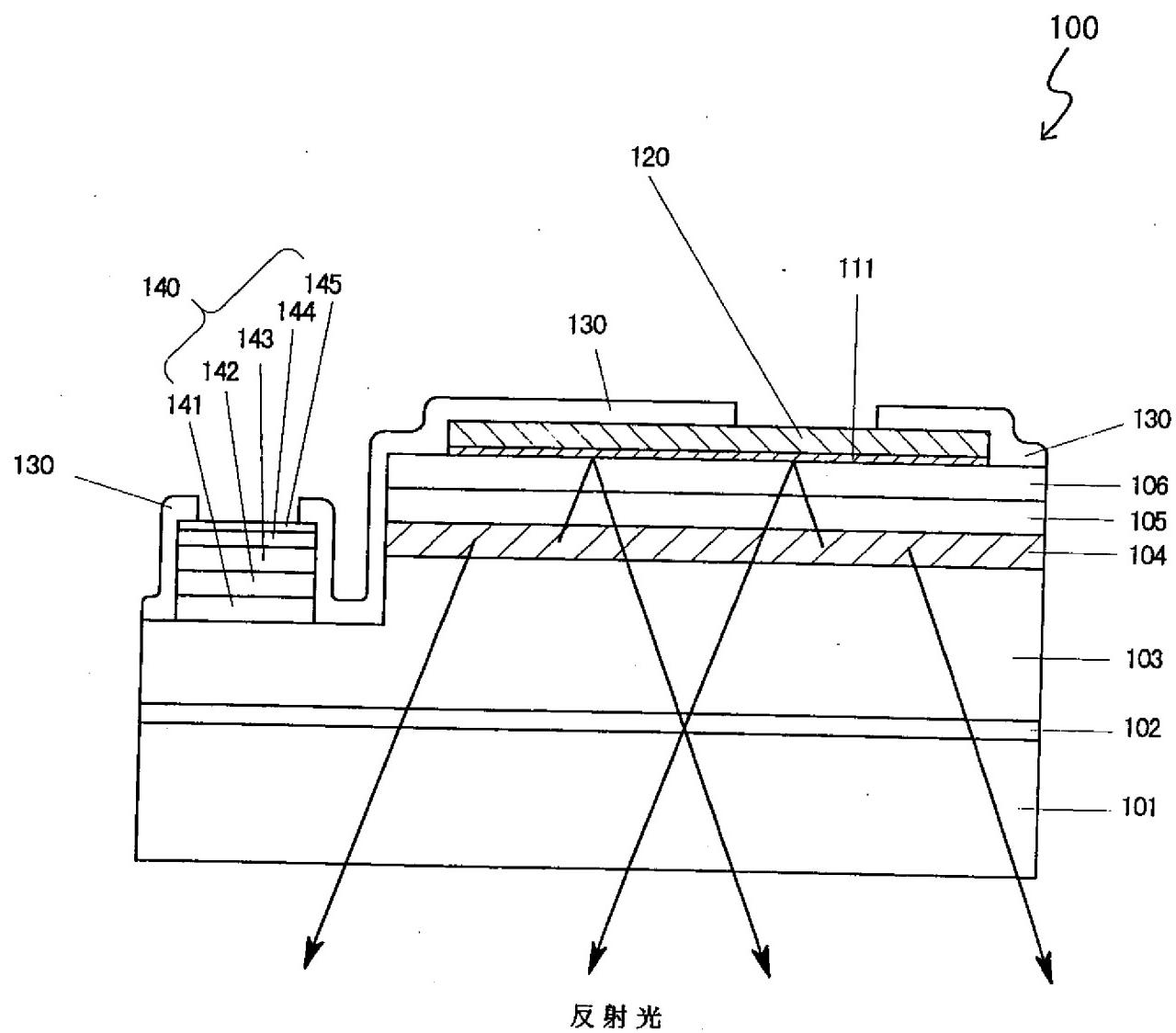


圖 2

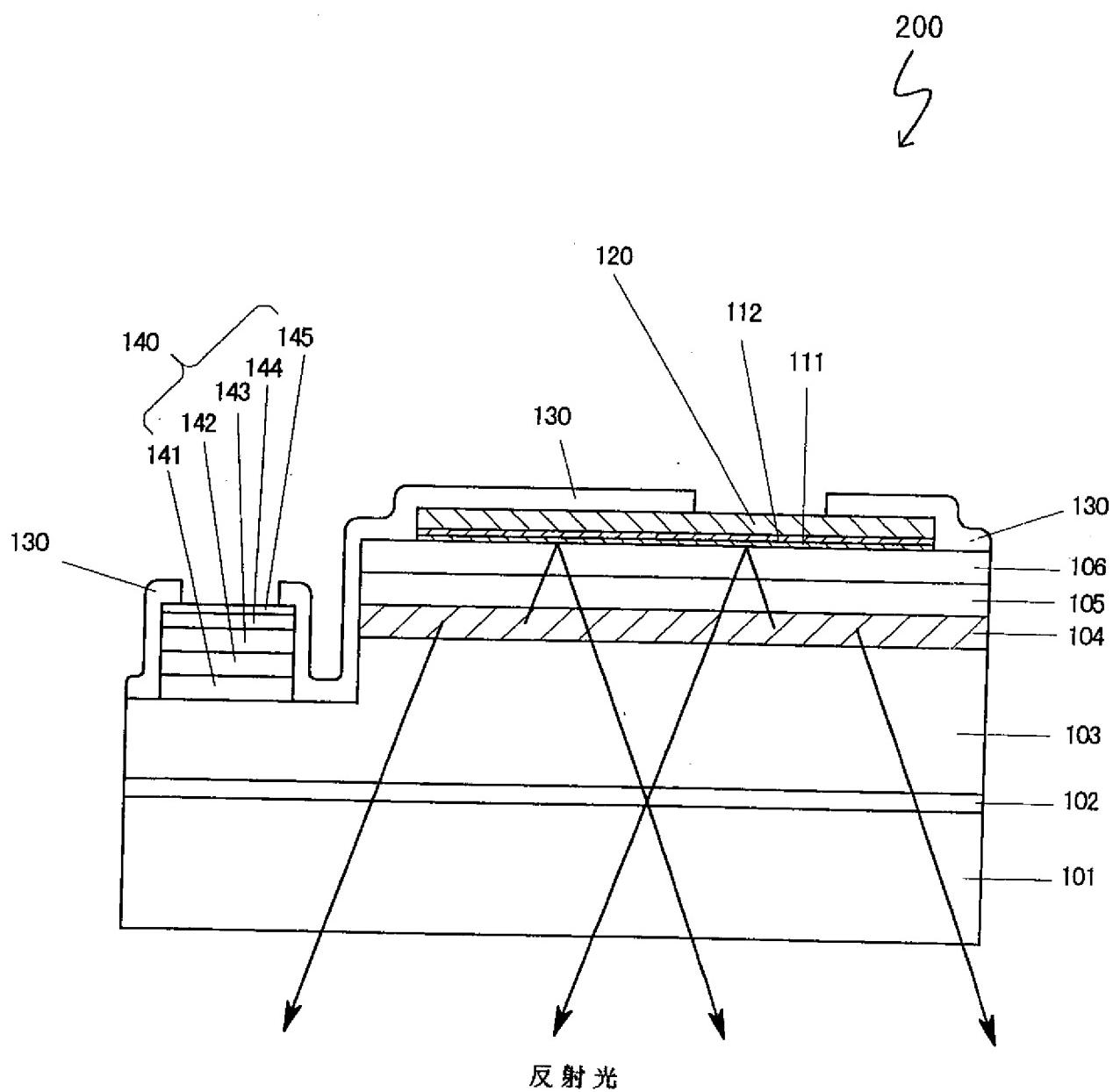


圖 3

項目	技術設計	結構	正電極	第一薄膜 金屬層	第二薄膜 金屬層	相對發光 強度	黏合性
1	先前技術	發光元件 400	Co (3000 Å) Ni (3000 Å)	— —	— —	100 100	◎ ◎
2	本發明	發光元件 150	Ag (3000 Å) Rh (3000 Å)	— —	— —	160 140	○ ◎
3		發光元件 100	Ag (3000 Å) Rh (3000 Å) Pt (3000 Å) Pd (3000 Å)	Co (10 Å) Co (10 Å) Co (10 Å) Co (10 Å)	— — — —	150 150 130 110	○ ○ ○ ○
4		發光元件 200	Ag (3000 Å)	Co (10 Å)	Au (150 Å)	150	◎

◎：絕佳 ○：良好 ○—：劣於良好但仍可使用

圖 4

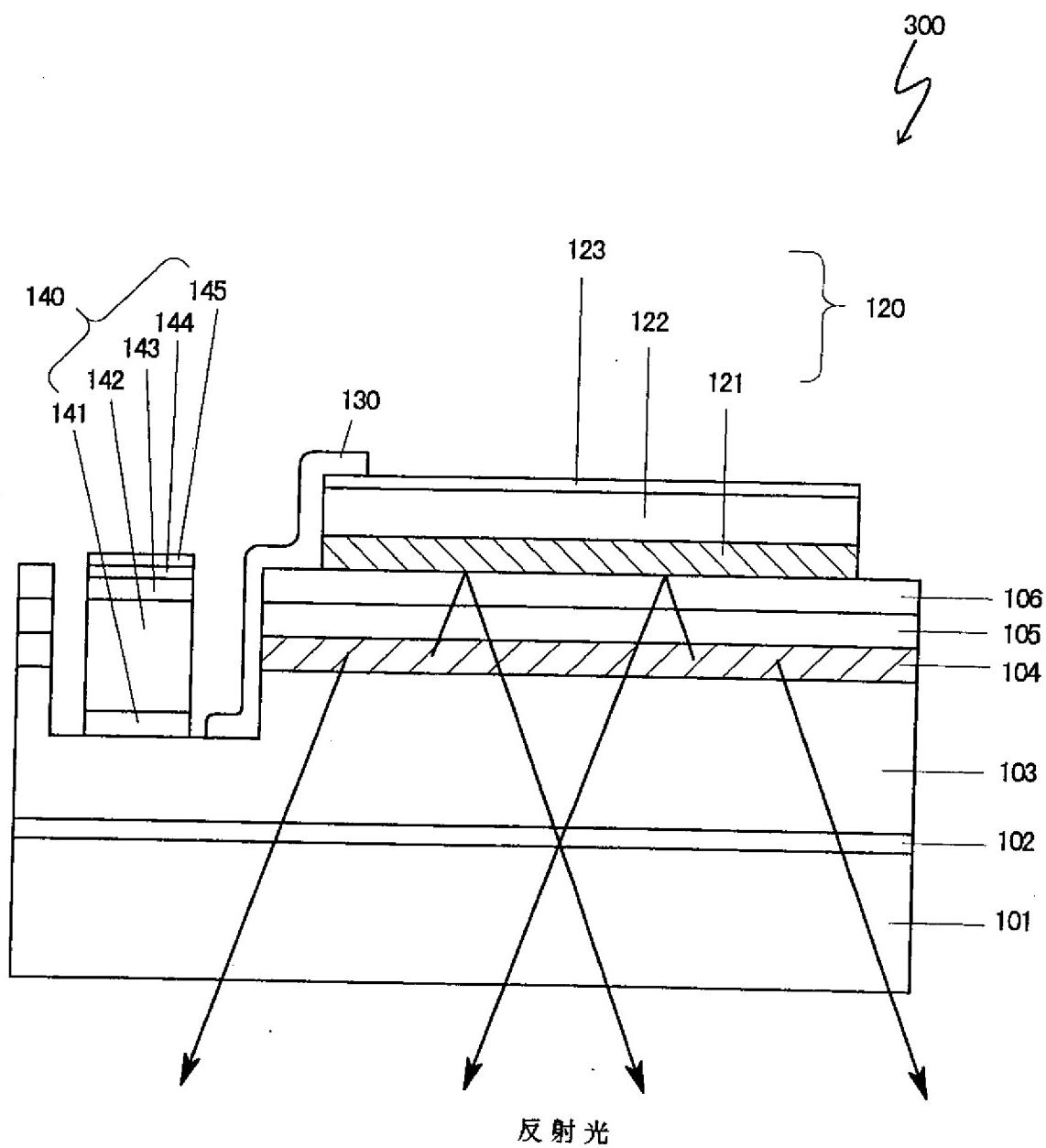


圖 5A

先前技術		100
本發明	Pt	130
	Rh	140

圖 5B

	最初發光 強度	100小 時後	1000小 時後
先前技術	100	90	85
本發明	100	95	90

圖6

金屬	評估項目					
	①	②	③	④	⑤	⑥
Rh	◎	○ ⁺	○ ⁺	○ ⁺	○	◎
Pt	○	○	○	○	△	○
Ru	○	○	○	○	△	○
Ag	◎	○	△	△	△	○ ⁻
Pd	○	○	△	○	△	○ ⁻
Al	◎	△	△	△	×	△
Ni	△	○	○	○	○	△
Co	△	○	○	○	○	△
Mg	○	△	○	×	△	△ ⁻
Sn	○	×	×	△	未識別	×

◎：絕佳 ○：良好 △：普通 ×：不良 ○⁺：優於 ○ ○⁻：劣於 ○

圖 7

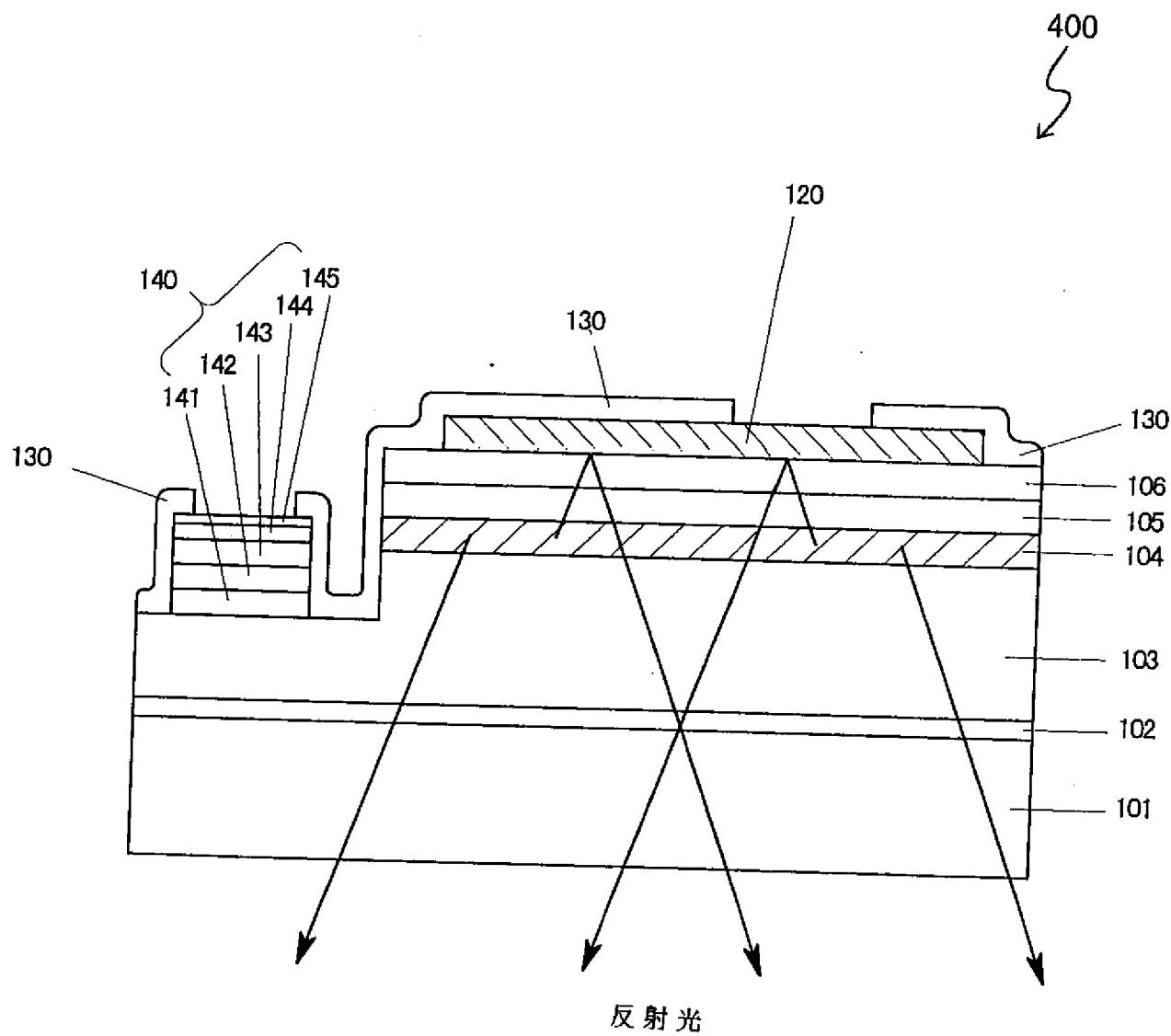
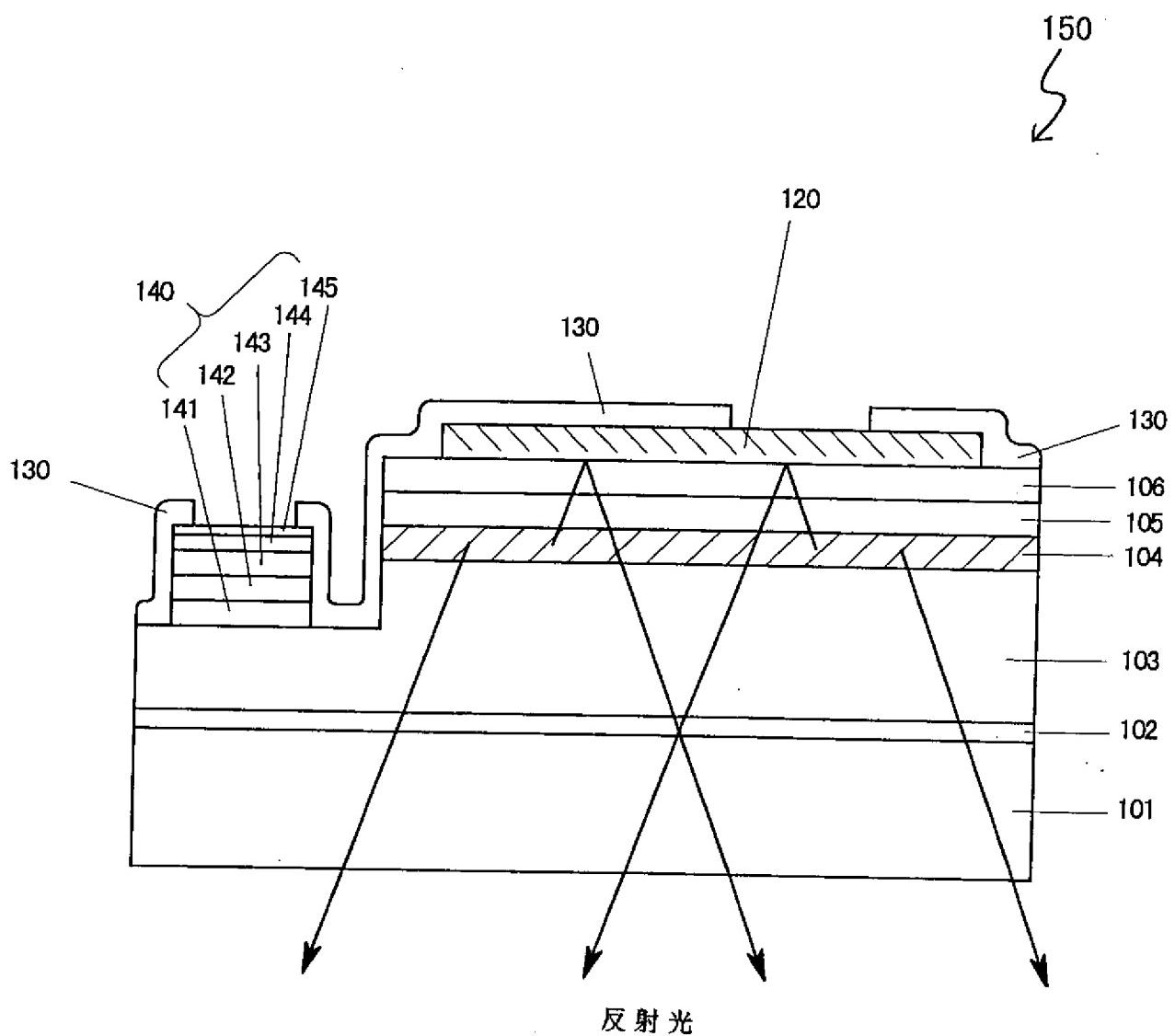


圖 8



419836

圖 9

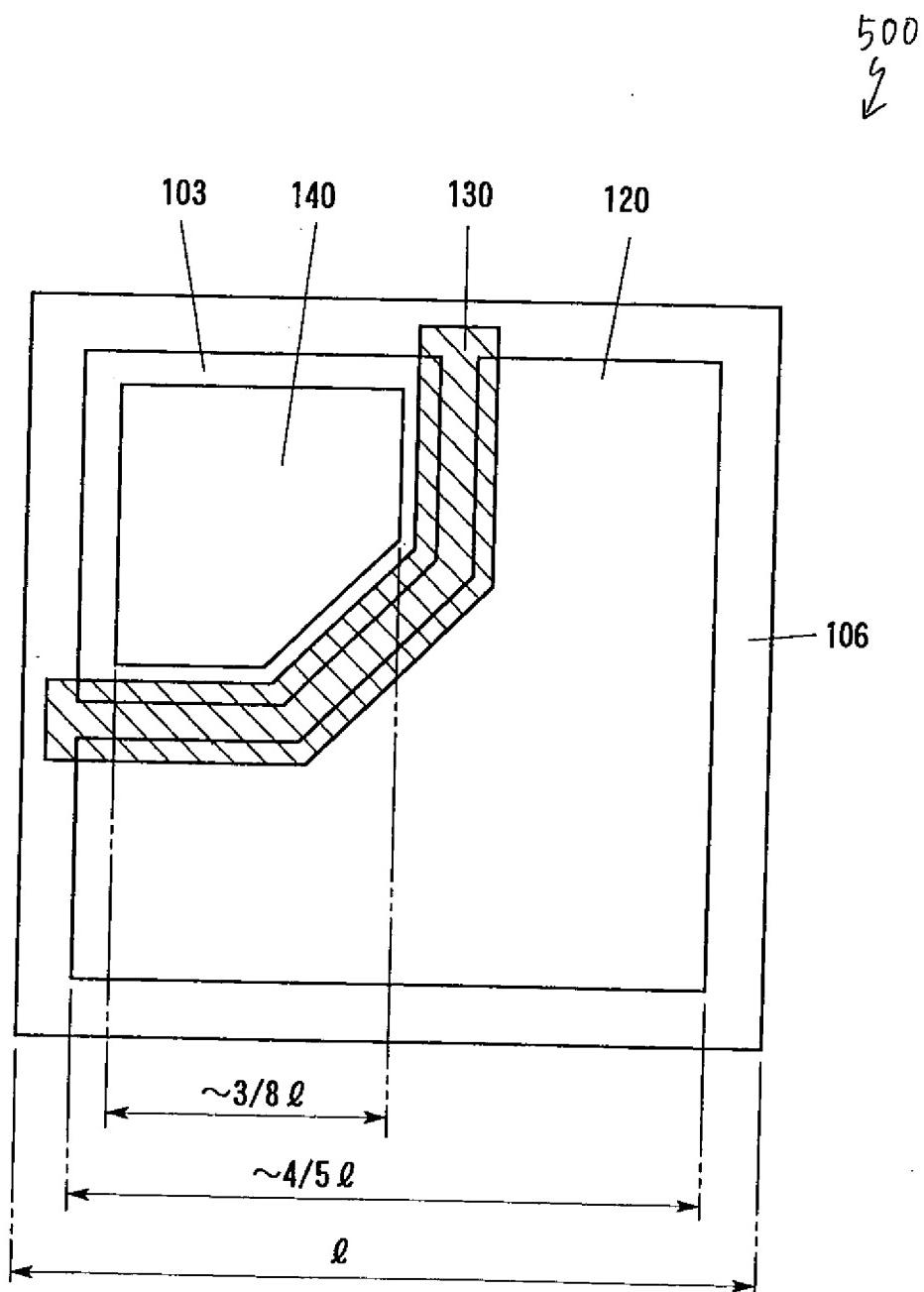
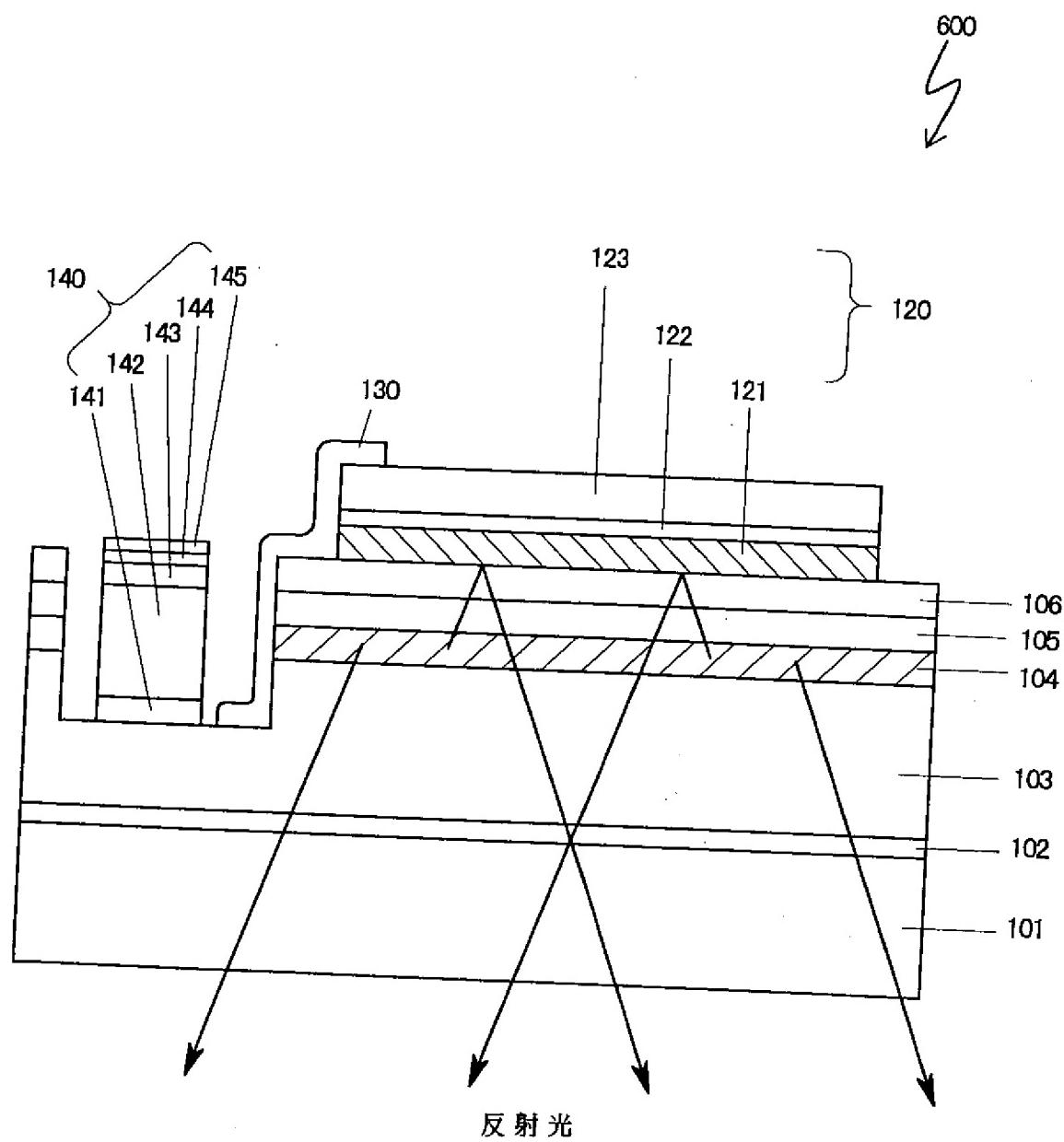


圖10



申請日期	88.5.13
案 號	88107776
類 別	Int. Cl ⁶ H01L 33/00 (以上各欄由本局填註)

A4

C4

419836

發明專利說明書

一、發明 新型 名稱	中 文	使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件
	英 文	FLIP TIP TYPE OF LIGHT-EMITTING SEMICONDUCTOR DEVICE USING GROUP III NITRIDE COMPOUND
二、發明 創作 人	姓 名	(1)上村俊也 (2)堀内茂美
	國 籍	日 本
	住、居所	(1)日本國愛知縣津島市兼平町2-10-405 (2)日本國愛知縣名古屋市中川區露橋1-28-3
三、申請人	姓 名 (名稱)	豐田合成股份有限公司 (豐田合成株式會社)
	國 籍	日 本
	住、居所 (事務所)	日本國愛知縣西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
代表人 姓 名	田中裕	

裝
訂
線

五、發明說明(8)

型半導體發光元件 100,200 及 400 之性能；

圖 4 為根據本發明之第三具體例之交換梢端型半導體發光元件 300 之剖面圖；

圖 5A 為一表，比較根據本發明之第三具體例之半導體發光元件 300 與先前技術之半導體發光元件 400 之發光強度；

圖 5B 為一表，比較根據本發明之第四具體例之半導體發光元件 500 與先前技術之半導體發光元件 400 之發光強度之老化變化；

圖 6 為一表顯示根據本發明之第三具體例用於第一正電極之金屬特性；

圖 7 為先前技術之半導體發光元件 400 之剖面圖；

圖 8 為本發明之半導體發光元件 150 之剖面圖；

圖 9 為根據圖 4 所示半導體發光元件 300 所示之具體例之半導體發光元件 500 之平面圖；及

圖 10 為根據本發明之第五具體例之交換梢端型半導體發光元件 600 之剖面圖。

較佳具體例之詳細說明

後文將參照特定具體例說明本發明。

(第一具體例)

圖 1 示例說明交換梢端型半導體發光元件 100 之剖面圖。半導體元件 100 具有藍寶石基板 101 其具有由厚度 200 埃之氮化鋁 (AlN) 製成之緩衝層 102，及厚 4.0 微米具有高載子濃度之 n^+ 層 103 循序形成於其上。

由 GaN 及 $Ga_{0.8}In_{0.2}N$ 製成的多量子阱 (MQW) 結構組成的發光層 104 係於 n^+ 層 103 上形成。由厚 600 埃之 $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$ 製成的鎂摻雜 P 層 105 係形成於發光層 104 上。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂
線

六、申請專利範圍

1. 一種使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，包含：

一基板；

第Ⅲ族氮化物系化合物半導體層，形成於該基板上；及一正電極，包含至少一層第一正電極層其係形成於或高於P型半導體層上且反射光線朝向基板，該第一正電極層係由銀(Ag)，銠(Rh)，釤(Ru)，鉑(Pt)，鈀(Pd)及包括其中至少一種金屬之合金中之至少一種製成。

2. 如申請專利範圍第1項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該正電極具有由多種金屬製成之多層結構。

3. 如申請專利範圍第1項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含第一薄膜金屬層，其係由鈷(Co)，鎳(Ni)及包括其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成，且係形成於P型半導體層與第一正電極層間。

4. 如申請專利範圍第2項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中進一步包含第一薄膜金屬層，其係由鈷(Co)，鎳(Ni)及包含其中至少一種金屬之合金中之至少一者製成，且係形成於P型半導體層與第一正電極層間。

5. 如申請專利範圍第3項之使用第Ⅲ族氮化物系化合物之交換梢端型半導體發光元件，其中該第一薄膜金屬層之厚度係於2埃至200埃之範圍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)